

Erich Henker

Fahrwerktechnik

Grundlagen, Bauelemente, Auslegung

Mit 369 Bildern und 53 Tafeln



Friedr. Vieweg & Sohn

Braunschweig/Wiesbaden

Inhaltsverzeichnis

1 Gesamtfahrzeug

1.1	Allgemeines	1
1.1.1	Entwicklung und Aufgaben des Fahrwerks, Abgrenzung von den anderen Baugruppen des Kraftfahrzeugs	1
1.1.2	Definitionen	3
1.1.3	Bauvorschriften	13
1.1.4	Normen und Empfehlungen	31
1.2	Fahrverhalten	48
1.2.1	Fahren als Regelvorgang	48
1.2.2	Fahrstabilität	52
1.2.2.1	Richtungsstabilität	52
1.2.2.2	Bauteile und Größen, die besonderen Einfluß haben	61
1.2.2.3	Seitenwindstabilität	65
1.2.2.4	Rutsch- und Kippgrenzen	66
1.2.2.5	Sonderfälle der Fahrstabilität	73
1.3	Fahrzeugschwingungen	74
1.3.1	Eigenfrequenzen	76
1.3.2	Nick- und Wogschwingungen	80
1.3.3	Berechnung der Fahrzeugschwingungen	81
1.4	Untersuchungen am Fahrzeug und am Fahrsimulator	84
1.5	Fahrzeugkonzeptionen	90
1.5.1	Fahrzeuge mit Standardantrieb	90
1.5.2	Fahrzeuge mit Antrieb über Transaxle	91
1.5.3	Fahrzeuge mit Hecktriebsatz	92
1.5.4	Fahrzeuge mit Frontriebsatz	93
1.5.5	Fahrzeuge mit Allradantrieb	97

2 Radaufhängung

2.1	Aufgabe und Funktion	103
2.1.1	Rad- und Achskinematik	105
2.1.1.1	Bedeutung der Kinematik	105
2.1.1.2	Entwicklung verschiedener Untersuchungsmethoden	107
2.1.1.3	Rollzentrum (auch Momentanpol oder Wankzentrum)	108
2.1.1.4	Nickzentrum	120
2.1.1.5	Rollsteuereffekt	129
2.1.1.6	Gütegrad der Seitenkraftverteilung	130
2.1.1.7	Kinematik der Radaufhängungen mit einem Lenker	138
2.1.1.8	Messung der Kinematik	144
2.1.2	Elastizitäten	148
2.1.2.1	Erwünschte und unerwünschte Elastizitäten	148
2.1.2.2	Elastische Elemente der Radaufhängung	153

2.1.3	Teile der Radaufhängung	158
2.1.3.1	Glieder (Schwenklager, Lenker, Achsschenkel, Radträger und Nabe)	158
2.1.3.2	Lager	165
2.1.3.3	Schrauben	172
2.2	Beispiele praktisch ausgeführter Radaufhängungen	180
2.2.1	Starrachsen	180
2.2.2	Einzelradaufhängungen mit nur einem Lenker pro Rad	186
2.2.2.1	Torsionskurbelachsen und Verbundlenkerachsen	186
2.2.2.2	Längslenkerachsen	189
2.2.2.3	Schrägpennelachsen	190
2.2.2.4	Pendelachsen	195
2.2.3	Einzelradaufhängungen mit mehr als einem Lenker	196
2.2.3.1	Doppelquerlenkerachsen	196
2.2.3.2	Doppellenkerachsen allgemein	197
2.2.3.3	Feder- und Dämpferbeinachsen	198
2.2.3.4	Fünflenkerachsen, Raumlenerkerachsen	202

3 Federung und Dämpfung

3.1	Arbeitsaufnahmevermögen	208
3.2	Federn aus Stahl	211
3.2.1	Blattfedern	213
3.2.2	Schraubenfedern	217
3.2.2.1	Ausbildung des Federendes	220
3.2.2.2	Ausführung der Federauflage (Federteller)	220
3.2.2.3	Untersuchungsmethode zur Ermittlung geeigneter Abwälzbahnen für den Federteller	222
3.2.2.4	Die Bewegungsbahn des Federtellers	223
3.2.2.5	Schraubenfedern mit progressiver Kennlinie	226
3.2.3	Drehstabfedern	227
3.2.4	Stabilisatoren	230
3.2.5	Anwendungsbeispiele für Stahlfedern	232
3.3	Federn aus anderen Werkstoffen	237
3.3.1	Gummi- und Elastomerfedern	237
3.3.2	GFP-Federn	242
3.3.3	Luftfedern	245
3.3.4	Hydropneumatische Federn	248
3.3.5	Ölfedern	256
3.4	Schwingungsdämpfer	258
3.4.1	Allgemeines	258
3.4.2	Aufbau der Schwingungsdämpfer	259
3.4.2.1	Zweirohr-Teleskopstoßdämpfer	259
3.4.2.2	Einrohr-Teleskopstoßdämpfer	259
3.4.2.3	Sonstige Dämpferausführungen	261
3.4.3	Stoßdämpfer mit regelbarer Dämpfung	262

4 Reifen und Räder

4.1	Allgemeines	267
4.1.1	Einfluß auf die Sicherheit	267
4.1.2	Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit	267
4.1.3	Einfluß auf den Fahrkomfort	268
4.1.4	Aufbau des Reifens	269
4.2	Reifen-Schräglaufrüfstand	276
4.2.1	Prüfstandsufbau	276
4.2.2	Technische Daten	278
4.3	Durchführung der Versuche	278
4.4	Meßergebnisse	279
4.4.1	Wertung der Meßergebnisse	279
4.4.2	Schräglaufseitenkraft	280
4.4.2.1	Einfluß der Radlast auf die Schräglaufseitenkraft	282
4.4.2.2	Zusammenhänge über die Schräglaufseitenkraft in anderer Darstellung	289
4.4.2.3	Auswirkung geminderter Fahrbahnhaftung	299
4.4.3	Sturzseitenkraft	300
4.4.4	Weitere Meßgrößen von Reifen	303
4.4.4.1	Andere Darstellungen des Schräglaufverhaltens	303
4.4.4.2	Rollwiderstand	306
4.4.4.3	Reifenfederung	312
4.5	Reifenungleichförmigkeit	313
4.6	Bewertung der Elastokinematik der Radaufhängungen	317
4.7	Räder	322
4.7.1	Felgen	322
4.7.2	Schüssel oder Scheibe	324
4.7.3	Leichtmetallräder	328
4.7.3.1	Gegossene Aluminiumräder	328
4.7.3.2	Geschmiedete Aluminiumräder	329

5 Lenkung

5.1	Allgemeines	
5.1.1	Lenkung als das vom Fahrer am häufigsten betätigte Stellglied	331
5.1.2	Lenkprinzipien	332
5.2	Lenkungsauslegung	338
5.2.1	Radstellung der gelenkten Räder	338
5.2.2	Lenkgeometrie	340
5.2.3	Lenkgeometrie unter Berücksichtigung der Steuerungstendenz und des Gütegrades der Seitenkraftverteilung	345
5.3	Aufbau der Lenkung (Achsschenkellenkung)	
5.3.1	Achsschenkel	355
5.3.2	Spurstangenhebel bis Lenkgetriebe	358

5.3.3 Lenkgetriebe	361
5.3.3.1 Zahnstangenlenkgetriebe	361
5.3.3.2 Zahnstangenhydrolenkgetriebe	364
5.3.3.3 Lenkgetriebe ohne Lenkkraftunterstützung	366
5.3.3.4 Kugelmutterhydrolenkung	366
5.3.4 Lenksäule mit Lenkrad	369
5.3.5 Allradlenksysteme	369

6 Ausblick

6.1 Allgemeines	374
6.2 Sicherheit	376
6.2.1 Aktive Sicherheit des Fahrzeuges	376
6.2.2 Aktive Sicherheit, von der Fahrbahn ausgehend	382
6.2.3 Passive Sicherheit	383
6.3 Nutzung der Energiereserven	383
6.3.1 Fahrwiderstände	383
6.3.2 Fahrwerke für neue Antriebskonzeptionen	384
6.4 Wirtschaftliche Konstruktion, Fertigung und Montage	386
6.5 Umweltschutz	386
6.6 Fahrkomfort	386
6.7 Zuverlässigkeit	391

Literaturverzeichnis	393
Tafelverzeichnis	399
Bildquellen	400
Sachwortverzeichnis	401